

**广 东 省 地 方 计 量 技 术 规 范**

JJF(粤)XXX—XXXX

环境空气二氧化碳在线监测系统（仪）

计量技术规范

**Metrological Technical Specification for Online Monitoring Systems (Instruments) of Carbon Dioxide in Ambient Air**

（报批稿）

XXXX-XX-XX发布 XXXX-XX-XX实施

**广东省市场监督管理局** 发 布

|  |  |
| --- | --- |
| 环境空气二氧化碳在线监测系统（仪）计量技术规范 | JJF(粤)XXX—XXXX |
| **Metrological Technical Specification for Online Monitoring Systems (Instruments) of Carbon Dioxide in Ambient Air** |

归 口 单 位：广东省碳达峰碳中和计量技术委员会

主要起草单位：广东省计量科学研究院

参加起草单位：广东省生态环境监测中心

广东省环境科学研究院

深圳市安帕尔科技有限公司

本规范委托广东省碳达峰碳中和计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

参加起草人：

目 录

[引言 Ⅱ](#_Toc2919)

[1 范围 1](#_Toc20714)

[2 引用文件 1](#_Toc31833)

[3 概述 1](#_Toc2713)

[4 计量特性 1](#_Toc24802)

[5 校准条件 1](#_Toc730)

[5.1 环境条件 1](#_Toc30375)

[5.2 校准用设备 2](#_Toc30101)

[6 校准项目和校准方法 2](#_Toc29558)

[6.1 校准前调整 2](#_Toc11456)

[6.2 示值误差 2](#_Toc16207)

[6.3 重复性 3](#_Toc1742)

[6.4 响应时间 3](#_Toc17276)

[6.5 漂移 3](#_Toc25058)

[7 校准结果表达 4](#_Toc8080)

[8 复校时间间隔 4](#_Toc6484)

[附录A 校准原始记录参考格式 5](#_Toc23374)

[附录B 校准证书内页参考格式 6](#_Toc28799)

[附录C 测量不确定度评定示例 7](#_Toc9406)

引 言

JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001《通用计量术语及定义》、JJF 1005《标准物质通用术语和定义》、JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》、JJF 1094《测量仪器特性评定》共同构成支撑本规范制订工作的基础性系列规范。

本文件在编制中充分考虑了JJG 635《一氧化碳、二氧化碳红外气体分析器》、JJF 1907《环境空气在线监测气体分析仪校准规范》的部分技术指标。

本规范为首次发布。

环境空气二氧化碳在线监测系统（仪）计量技术规范

1 范围

本规范适用于测量范围为（0~5000）μmol/mol的环境空气二氧化碳在线监测系统（仪）的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

JJF 1001 通用计量术语及定义

JJF 1005 标准物质通用术语和定义

JJF 1059.1 测量不确定度评定与表示

JJF 1071 国家计量校准规范编写规则

JJF 1094 测量仪器特性评定

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 概述

环境空气二氧化碳在线监测系统（仪）（以下简称监测系统）主要用于实时监测环境空气中二氧化碳气体的浓度，其检测原理包括非色散红外法（NDIR）、傅立叶变换红外光谱法（FTIR）、可调谐半导体激光吸收光谱法（TD-LAS）、中红外激光吸收光谱法（MIR-LAS）等。

监测系统主要由采样单元、测量单元、信号处理单元和显示单元等组成，按采样方式可分为抽取式及扩散式，其检测原理为由测量单元检测被测气体并输出相应的电信号，然后经显示单元并以浓度（摩尔浓度）的形式显示出来。

4 计量特性

监测系统计量特性见表1。

1. 表1 计量特性

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 技术要求 |
| 示值误差 | ±10% |
| 重复性 | ≤2% |
| 响应时间 | ≤60 s |
| 零点漂移 | ±2%FS |
| 量程漂移 | ±2%FS |

注：以上各项指标不适用于合格性判定，仅供参考。

5 校准条件

5.1 环境条件

温度：（0～40）℃；

相对湿度：≤85%；

大气压：（80~106）kPa。

5.2 校准用设备

5.2.1 气体标准物质

氮（或空气）中二氧化碳气体有证标准物质，相对扩展不确定度应不大于2%（包含因子*k*=2）；当采用稀释装置进行配气时，稀释后的气体标准物质相对扩展不确定度应满足上述要求。

5.2.2 零点气体

高纯氮气（纯度不低于99.999%）或合成空气（体积浓度约为20.9%的氮中氧气体标准物质）。

注：校准过程中使用的零点气体应与气体标准物质的平衡气体种类一致。

5.2.3 流量控制器

流量控制器由两个气体流量计组成，如图1所示：

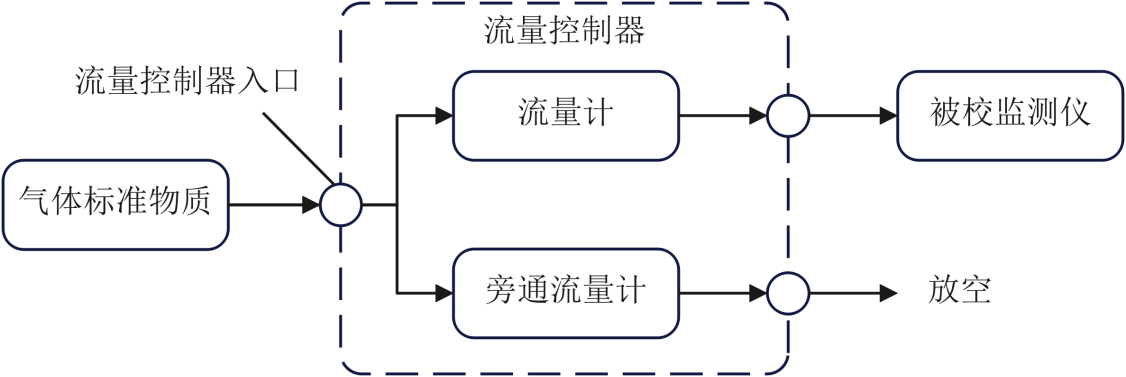


图1 监测系统校准框图

其中气体流量计测量范围为（0.2～2）L/min，准确度级别不低于4.0级。

5.2.4 秒表

最大允许误差不超过±0.5 s/d。

5.2.5 气压计

最大允许误差不超过±2.5 hPa。

6 校准项目和校准方法

6.1 校准前调整

按照监测系统说明书的要求对监测系统进行预热稳定以及零点和示值的调整。

监测系统校准时，按图1所示连接气体标准物质、流量控制器和被校监测系统，根据被校监测系统采样方式的不同，使用流量控制器控制不同的气体标准物质流量。校准扩散式监测系统时，流量应根据监测系统说明书的要求。如果监测系统说明书没有明确要求，则一般控制在（300±50）mL/min范围。校准抽取式监测系统时，必须保证旁通流量计有流量放空。

6.2 示值误差

依次通入浓度约为监测系统量程上限值20%，50%和80%的气体标准物质，待读数稳定后，记录监测系统的显示值。重复测量3次，按式（1）计算监测系统各浓度点的示值误差，取绝对值最大的作为监测系统的示值误差：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （1） |
|  | （2） |

式中：

|  |  |
| --- | --- |
|  | ——示值误差，%； |
|  | ——各校准点监测系统显示值的算术平均值，µmol/mol； |
|  | ——气体标准物质的浓度值，µmol/mol； |
|  | ——各次测量的监测系统显示值，µmol/mol。 |

6.3 重复性

通入浓度约为监测系统量程上限值50%的气体标准物质，待读数稳定后，记录监测系统显示值，然后通入零点气体。待监测系统示值稳定后，再通入上述浓度的气体标准物质，重复前述测量6次，分别记录每次的读数。监测系统的重复性以相对标准偏差来表示，按式（3）进行计算：

|  |  |
| --- | --- |
|  | （3） |

式中：

|  |  |
| --- | --- |
|  | ——6次监测系统读数值的算术平均值，µmol/mol； |
|  | ——各次测量的监测系统显示值，µmol/mol； |
|  | ——测量次数，=6。 |

6.4 响应时间

通入浓度约为量程上限值50%的气体标准物质，待监测系统示值稳定后，记录监测系统读数。然后通入零点气体，待监测系统稳定后，再通入上述浓度的气体标准物质，同时启动秒表开始计时，当监测系统的示值达到上一次稳定值的90%时停止计时，秒表所显示的时间即为响应时间。重复测量3次，取算术平均值作为监测系统的响应时间。

6.5 漂移

通入零点气体，待监测系统稳定后，记录监测系统显示值，然后通入浓度约为量程上限值50%的气体标准物质，待监测系统稳定后，记录监测系统显示值。撤去气体标准物质，使监测系统连续运行8 h，每隔2 h重复上述步骤一次，将第次监测系统显示值记录为与。按照式（4）计算零点漂移，按照式（5）计算量程漂移。取绝对值最大的和作为监测系统的零点漂移和量程漂移。

|  |  |
| --- | --- |
|  | （4） |
|  | （5） |

式中：

|  |  |
| --- | --- |
|  | ——被测监测系统满量程值，µmol/mol； |
|  | ——首次通入零点气体时监测系统读数，µmol/mol； |
|  | ——首次通入气体标准物质时监测系统读数，µmol/mol； |
|  | ——第次通入零点气体时监测系统读数，µmol/mol； |
|  | ——第次通入气体标准物质时监测系统读数，µmol/mol。 |

7 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映，校准证书应至少包括以下信息：

1. 标题：“校准证书”；
2. 实验室名称和地址；
3. 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
4. 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
5. 客户的名称和地址；
6. 被校对象的描述和明确标识；
7. 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
8. 如果与校准结果的有效性应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；
9. 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
10. 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
11. 校准环境的描述；
12. 校准结果及其测量不确定度的说明；
13. 对计量技术规范的偏离的说明；
14. 校准证书签发人的签名、职务或等效标识；校准员、核验员的签名以及校准日期；
15. 校准结果仅对被校对象有效的声明；
16. 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

8 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由监测系统的使用情况、使用者、监测系统本身质量等诸因素所决定的，因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔，建议复校时间间隔不超过1年。在相邻两次校准期间，如对监测系统的检测数据有怀疑或监测系统更换主要部件及修理后等，可考虑对监测系统重新校准。

附录A  
校准原始记录参考格式

第 页 共 页

|  |  |
| --- | --- |
| 委 托 方： | 仪器名称： |
| 制 造 厂： | 型号规格： |
| 编 号： | 设 备 号： |
| 证书编号： | 记录编号： |
| 环境条件： | |
| 依 据： | |

本次校准所用主要测量设备：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准器名称 | 仪器编号 | 技术特征 | 证书号 | 有效期 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

1 外观：

2 示值误差

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标气/标准值 | | 仪器显示值/ μmol/mol | | | | 误差/ % |
| 1 | 2 | 3 | 平均 |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

3 重复性

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标气/标准值 | | 仪器显示值/ μmol/mol | | | | | | 重复性 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

4 响应时间

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标气/标准值 | | 响应时间/ s | | | |
| 1 | 2 | 3 | 平均 |
|  |  |  |  |  |  |

5 漂移

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准值 | | 仪器显示值/ μmol/mol | | | | | 漂移  / %FS |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 零点 |  |  |  |  |  |  |  |
| 量程 |  |  |  |  |  |  |  |

|  |
| --- |
| 校准结果的不确定度： |
|  |

校准员 核验员 日期

附录B  
校准证书内页参考格式

1 外观检查

2 校准项目与结果

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目名称 | 校准结果 | 备注 |
| 示值误差 |  |  |
|  |
|  |
| 重复性 |  |  |
| 响应时间 |  |  |
| 零点漂移 |  |  |
| 量程漂移 |  |  |
| 不确定度： | | |

附录C  
测量不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 环境条件

温度：（22～25）℃；湿度：（65～70）%RH；大气压：99.8 kPa。

C.1.2 测量标准

氮中二氧化碳气体标准物质，浓度为2000 μmol/mol，不确定度：=1%，=2；高精度气体稀释装置，最大允许误差为±1%。

C.1.3 被测对象

环境空气二氧化碳在线监测系统，测量范围为（0~2000）μmol/mol，分度值为1 μmol/mol。

C.1.4 测量方法

在规定的流量下，将已知浓度的氮中二氧化碳气体标准物质通入监测系统，待示值稳定后读数，每点重复测量3次，取算术平均值，该平均值与气体标准物质的差值即为该仪器的示值误差。

C.2 不确定度来源

a）气体标准物质引入的不确定度；

b）气体稀释装置引入的不确定度；

c）被测仪器重复性引入的标准不确定度；

d）被测仪器分辨力引入的不确定度。

C.3 标准不确定度评定

C.3.1 气体标准物质引入的标准不确定度

用B类评定方法进行评定，由标准物质证书可知，气体标准物质的扩展不确定度＝1%,包含因子=2。则由标准物质引入的不确定度见表C.1：

1. 表C.1 气体标准物质引入的标准不确定度

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 浓度/（μmol/mol） | / %  （=2） | / μmol/mol |
| 400 | 1 | 2.00 |
| 1000 | 1 | 5.00 |
| 1600 | 1 | 8.00 |

C.3.2 气体稀释装置引入的标准不确定度

用B类评定方法进行评定，气体稀释装置最大允许误差为±1%，按照均匀分布进行进行考虑，可知



则由气体稀释装置引入的不确定度见表C.2：

1. 表C.2 气体稀释装置引入的标准不确定度

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 浓度/（μmol/mol） | / % | / μmol/mol |
| 400 | 0.58 | 2.32 |
| 1000 | 0.58 | 5.80 |
| 1600 | 0.58 | 9.28 |

C.3.3 被测仪器重复性引入的标准不确定度

用A类评定方法进行评定，将浓度为通入被测仪器，待示值稳定后，重复测量10次，读取测量值，计算标准偏差；由于实际测量中，测量次数为3，则可知=/。

各浓度点测量结果见表C.3。

1. 表C.3 被测仪器重复性引入不确定度评定结果
2. μmol/mol

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 测量次数 | 测量结果 | | |
| 400 | 1000 | 1600 |
| 1 | 415 | 1008 | 1595 |
| 2 | 421 | 1005 | 1603 |
| 3 | 418 | 1015 | 1599 |
| 4 | 420 | 1003 | 1613 |
| 5 | 429 | 1007 | 1605 |
| 6 | 426 | 1012 | 1611 |
| 7 | 416 | 1017 | 1602 |
| 8 | 419 | 1005 | 1616 |
| 9 | 425 | 1020 | 1610 |
| 10 | 432 | 1006 | 1618 |
| 平均值 | 422.1 | 1009.4 | 1607.3 |
|  | 5.67 | 5.83 | 7.57 |
|  | 3.28 | 3.37 | 4.37 |

C.3.4 被测仪器分辨力引入的不确定度

用B类评定方法进行评定，被测仪器分辨力为1 μmol/mol，则由仪器分辨力引入的不确定度为：

（μmol/mol）

C.4 合成标准不确定度

C.4.1 标准不确定度汇总表（见表C.4）

1. 表C.4 标准不确定度汇总
2. μmol/mol

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 不确定度来源 | 符号 | 浓度点 | | |
| 400 | 1000 | 1600 |
| 气体标准物质 |  | 2.00 | 5.00 | 8.00 |
| 气体稀释装置 |  | 2.32 | 5.80 | 9.28 |
| 被测仪器重复性 |  | 3.28 | 3.37 | 4.37 |
| 被测仪器分辨力 |  | 0.289 | 0.289 | 0.289 |

C.4.2 合成标准不确定度与扩展不确定度计算

由于中已包含人员读数引入的不确定度，为避免重复计算，只考虑较大的，舍弃。由于、、是互不相关的，所以合成标准不确定度计算公式为：



计算结果见表C.5：

1. 表C.5 不确定度计算结果

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 浓度点  / μmol/mol | 不确定度分量/（μmol/mol） | | | / μmol/mol | / μmol/mol  （*k*＝2） | / %  （*k*＝2） |
|  |  |  |
| 400 | 2.00 | 2.32 | 3.28 | 4.49 | 9.0 | 2.3 |
| 1000 | 5.00 | 5.80 | 3.37 | 8.37 | 16.8 | 1.7 |
| 1600 | 8.00 | 9.28 | 4.37 | 13.01 | 26.1 | 1.7 |